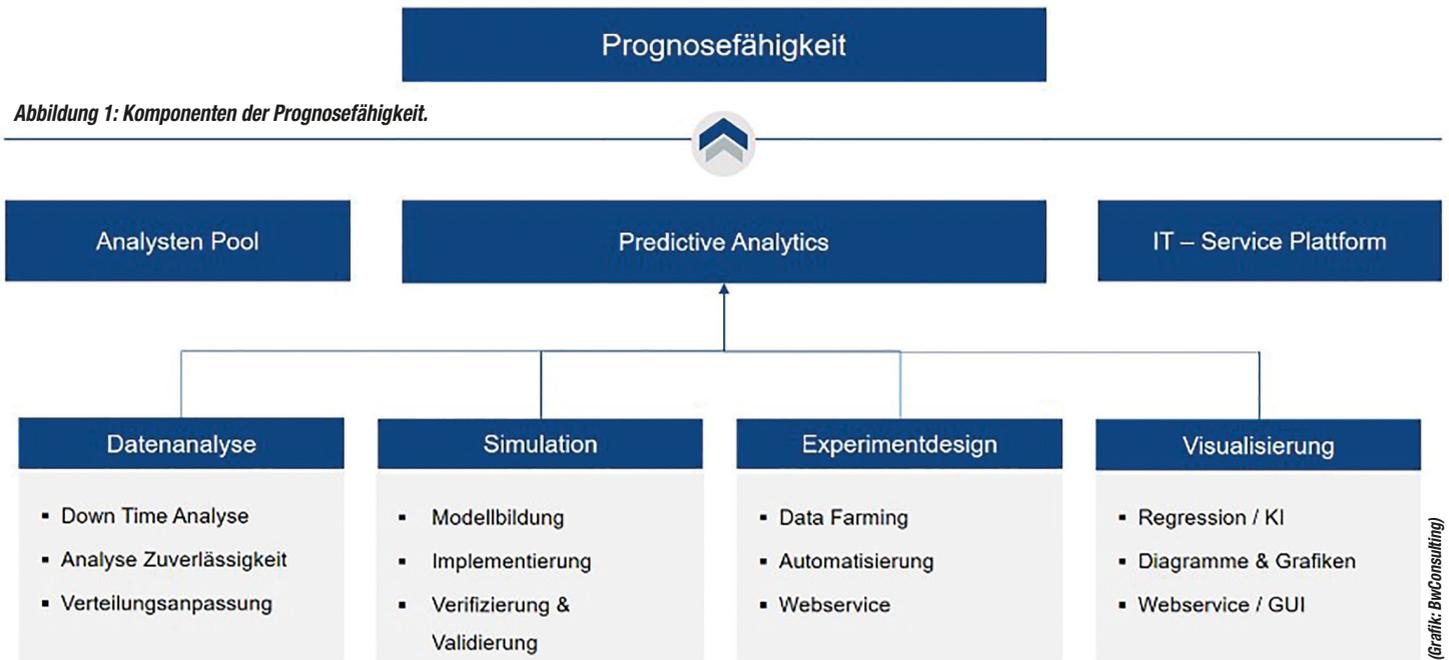


Oberstleutnant Manuel Löwer und Oberleutnant Ferdinand Huber, Abteilung IV des Planungsamtes der Bundeswehr

Prognosefähigkeit zur Erhöhung der materiellen Einsatzbereitschaft



Die „Digitale Transformation“ mit neuen wissenschaftlichen Methoden und Technologien hält seit Jahren Einzug in die Bundeswehr. Computergestützte Simulation, datenbasierte Optimierungs- und Analysemethoden bis hin zu Machine Learning und Neuronalen Netzen* bieten progressive Lösungsansätze für existierende und zukünftige Aufgaben. Sie sind Türöffner für Prozessoptimierungen, z.B. Predictive Maintenance. Das heißt, Prädiktive Instandhaltung lernt auf Basis historischer instandhaltungsrelevanter Daten, um Ausfälle zu minimieren. Damit gewinnen Entscheidungen in Beschaffung und Nutzung an Qualität. Parallel wächst ein tieferes Verständnis für komplexer werdende Waffensysteme und ihrer technisch-logistischen Systeme. So soll die materielle Einsatzbereitschaft der Streitkräfte nachhaltig erhöht werden. Dies wiederum ist herausragendes Ziel der im Herbst 2017 ins Leben gerufenen Agenda Nutzung mit ihren zahlreichen Teilprojekten.

Das Teilprojekt Steuerung Nutzung soll durch Konzeptionierung und Implementierung eines ebenen- und bereichsübergreifenden sowie kennzahlbasierten Steuerungssystems die Nutzungssteuerung nachhaltig verbessern. Wesentliche Bausteine sind unter anderem ein Kennzahlensystem und dessen IT-gestützte Umsetzung in digitale Lagebilder sowie eine Prognosefähigkeit im Rahmen des Risikomanagements. Die Prognosefähigkeit unterstützt die Steuerung Nutzung in allen Phasen des Zielsetzungsprozesses mit Soll-Werten für Kennzahlen, beispielsweise die Quote einsatzfähiger Waffensysteme und die Ausfallrate. Deren Erfüllung wird im Zielnachhaltungsprozess überwacht**. Treten im operativen Geschäft bei den Kennzahlen Abweichungen auf, soll die Prognosefähigkeit die Folgen dieser Abweichungen und die Wirkung möglicher Maßnahmen zur Mitigation datenbasiert abschätzen. Die Prognosefähigkeit ist ein unterstützendes Tool für Entscheidungsträger im technisch-logistischen Management, z.B. im Rahmen der Produktbeobachtung und -verbesserung.

Die Prognosefähigkeit wird konzeptionell von einem Spezialistenteam, dem Analysten Pool für Operations Research sowie Modellbildung und Simulation, auf einer leistungsfähigen und serviceorientierten IT-Plattform, betrieben (siehe Abbildung 1). Dazu werden Methoden von Predictive Analytics genutzt, die in (teil-) automatisierter Datenanalyse sowie in waffensystemspezifischen Simulationsmodellen Anwendung finden. Diese erfassen die relevanten Aspekte des technisch-logistischen Systems der Waffensysteme sowie die Nutzung unter Berücksichtigung von Umweltfaktoren. Sie erlauben die Simulation des Betriebs einer Gesamtflotte von Waffensystemen und deren Instandhaltungsprozesse für einen definierten Zeitraum.

Je nach Fragestellung wird die Simulation durch das Experimentdesign*** konfiguriert. Die Variation der Eingangsparameter im Design ermöglicht sogenannte „Was-wäre-wenn“-Analysen, um Änderungen mit unbekannter Wirkung am Gesamtsystem untersuchen zu können. Dazu zählen beispielsweise neue Inspektionssysteme oder Umrüstmaßnahmen. Auch Veränderungen in der Nutzung, wie geplante Auslandseinsätze und damit wechselnde Umweltbedingungen, können untersucht werden. Die hinreichend genaue Abbildung von Eingangsparametern wird durch Nutzung realer Betriebsdaten aus SASPF**** und anderen Quellen unterstützt.

Um Eingangsparameter für den Entscheidungsraum sinnvoll bestimmen zu können, wird im Rahmen der Prognosefähigkeit Machine Learning eingesetzt (siehe Abbildung 2). So ist es möglich, aus großen Datenmengen Zusammenhänge zwischen Nutzung, Umweltfaktoren und ihrem Einfluss auf Waffensysteme zu quantifizieren. Dies ist Aufgabe der Datenanalyse.

Kern der Datenanalyse ist die möglichst präzise Berechnung des Ausfallverhaltens bis auf Baugruppenebene eines Waffensystems. Dieses variiert auftragsbedingt je nach Nutzungsprofil, einschließlich wechselnder Umwelteinflüsse. Aufgrund der Vielfältigkeit mechatronischer Systeme, Rüstzustände und Fahrzeugtypen, entsteht ein mehrdimensionaler und komplexer Entscheidungsraum. Basierend auf der Konfiguration des Entscheidungsraumes führt die Simulation diskrete Ereignisse

auf einer virtuellen Zeitachse aus und berechnet die Systemzustände der Flotte, z.B. aus der Nutzung resultierende Betriebszählerstände und den Einsatzstatus einzelner Waffensysteme. Diese können als Ausgangsparameter zeitlich beliebig skaliert ausgegeben werden. So nutzt die Prognosefähigkeit das weite wissenschaftliche Spektrum von Predictive Analytics mit dem methodischen Schwerpunkt auf präskriptiver Analyse mittels Ereignisorientierter Simulation*****.

Prognosefähigkeit am Beispiel Kampfhubschrauber TIGER

In der Studie „Simulationsgestützte Optimierung des technisch-logistischen Zielbetriebs Unterstützungshubschrauber Tiger 2026+“ wurde ein Software-Demonstrator für die Prognosefähigkeit Kampfhubschrauber TIGER entwickelt. Damit wurden exemplarisch Anpassungen von Inspektionsintervallen und Instandsetzungszeiten sowie deren Wechselwirkungen auf die materielle Einsatzbereitschaft der Flotte untersucht. Die Analyse der Wechselwirkung zwischen mehreren Einflussfaktoren und deren Auswirkung auf reale Prozesse ist eine besondere Stärke der gewählten Methode „Simulation“. In einem Data Farming Experiment***** werden kalendarische und flugstundenbezogene Intervalle sowie Durchlaufzeiten des implementierten Inspektionssystems analysiert. Im Schwerpunkt stehen 21 Kopplungen einzelner Inspektionen zueinander bei variierenden Flugstundenbelastungen der Flotte. Ziel der Untersuchung ist es Synergien zu gewinnen durch das Zusammenlegen von (noch nicht) fälligen Inspektionen, um die materielle Einsatzbereitschaft zu steigern. Mit der Prognosefähigkeit werden drängende Fragestellungen des technisch-logistischen Managements beantwortet, insbesondere die Frage nach der zielgerichteten Anpassung der Instandhaltungsressourcen an die operationellen Bedarfe.

Entwicklung von Software-Demonstratoren für Hauptwaffensysteme

Seit Januar 2018 arbeitet Fachpersonal des Planungsamtes der Bundeswehr im Auftrag des BMVg gemeinsam mit Vertretern der Industrie an der Entwicklung von Software-Demonstratoren für ausgewählte Hauptwaffensysteme. Bis heute sind Blaupausen für die Dimensionen Land, Luft und See sowie erste vollwertige Demonstratoren für die Waffensysteme Gepanzertes Transportkraftfahrzeug BOXER und Kampfhubschrauber TIGER entstanden. Die Entwicklung eines Software-Demonstrators für den Schützenpanzer PUMA wird vorbereitet. Die Studie „Prognosefähigkeit - Änderung des Ausfallverhaltens“

vereint die Simulationsmodelle dieser Waffensysteme auf einer Benutzeroberfläche. Im Kern wird eine Microservice-Architektur unter Nutzung von Softwarecontainern realisiert. Dadurch wird die Komplexität der Anwendung in mehrere kleine Services aufgeteilt und ermöglicht eine cloudbasierte Verfügbarkeit für Nutzer des technisch-logistischen Managements. Die hohe Komplexität der Anwendung bleibt dem Nutzer durch eine intuitive Web-Oberfläche weitestgehend verborgen. Dies begünstigt die eigenständige Beantwortung von technisch-logistischen Managementfragen und steigert die Akzeptanz für innovative Entscheidungsunterstützung.

Zur Aufgabe des Fachpersonals im Bereich Operations Research sowie Modellbildung und Simulation gehört unter anderem die Datenbasis der Prognosefähigkeit kontinuierlich zu aktualisieren. Ferner können eigene Anwendungen für Analysen und Visualisierungen entwickelt und auf der Oberfläche integriert werden.

Die Verknüpfung von Fachexpertise, angewandter Methoden von Predictive Analytics und einer leistungsfähigen, webbasierten IT-Plattform schafft die Voraussetzungen für eine moderne Nutzungssteuerung. Mit diesem Werkzeug haben Entscheidungsträger erstmals die Möglichkeit, objektive und tiefgreifende Einblicke in das historische und zukünftige Verhalten von Waffensystemen und ihrer technisch-logistischen Abläufe zu erhalten. Diese Maßnahmen werden die materielle Einsatzbereitschaft der Bundeswehr nachhaltig steigern.



- * [Teilbereiche der (schwachen) künstlichen Intelligenz mit deren Hilfe IT-Systeme in die Lage versetzt werden, auf Basis vorhandener Datenbestände und statistischer Methoden Muster zu erkennen und Prognosen zu erstellen.]
- ** [Gem. Konzept „Steuerungssystem für die Nutzung in der Bundeswehr“ (BMVg Sts Zimmer, gebilligt 10. März 2020.)
- *** Strukturierte Zusammenstellung von Eingangsparametern zur Beantwortung konkreter Untersuchungsfragen.)
- **** (Enterprise Resource Planning Tool mit transaktionalem Datenbanksystem, das Stamm- und Bewegungsdaten technisch-logistischen Prozesse enthält.)
- ***** (Diskrete Abfolge von Systemzuständen, welche nachfolgende Systemzustände zeitabhängig oder ereignisorientiert auslösen (Discrete Event Simulation.)
- ***** (Methode, die bei simulationsgestützten Analysen zur Anwendung kommt, um einen Entscheidungsraum durch einen geschickten Experimentaufbau im Hinblick auf den Rechenaufwand möglichst effizient abzudecken.)

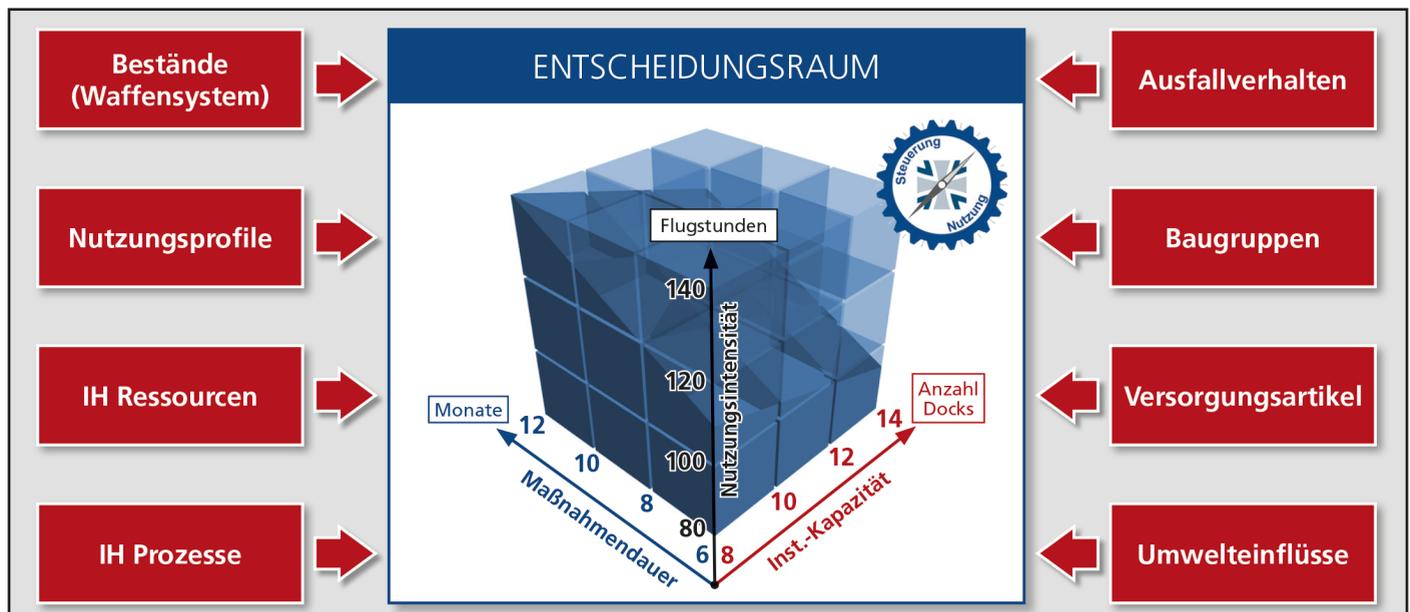


Abbildung 2: Entscheidungsraum.

(Grafik: FigABW)